Aus der klinischen Abteilung des Zahnärztlichen Institutes
(Vorsteher: Prof. Dr. *O. Müller*), der Universität Basel

Über die Behandlung der Pulpagangrän nach der Methode von Bernard (Jontophorese)

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde

der Zahnheilkunde der medizinischen Fakultät der Universität Basel

vorgelegt von

Hans Holzach
Basel

1937

Urban & Schwarzenberg / Berlin und Wien

Von der medizinischen Fakultät der Universität Basel genehmigt auf Antrag von Prof. Dr. *O. Müller*

Tag der Promotion: 12. Juli 1937

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Sonderdruck aus
Zeitschrift für Stomatologie
Heft 3, 1938

Aus der klinischen Abteilung des zahnärztlichen Institutes der Universität Basel (Vorsteher: Prof. Dr. O. Müller)

Über die Behandlung der Pulpagangrän nach der Methode von Bernard (Jontophorese)

Von

Hans Holzach, Basel

(Mit 27 Abbildungen)

I. Einleitung

Als Gangrän bezeichnen wir den vorgeschrittenen, infektiösen, putriden Zerfall der Pulpa, wobei nicht nur die Pulpa samt Wurzelpulpen, sondern sämtliche apikale Verzweigungen, Seitenkanäle und das gesamte Dentin als infiziert zu gelten haben.

Klinisch unterscheiden wir zwischen einfacher und komplizierter Gangrän, doch besteht kein prinzipieller Unterschied zwischen den beiden Formen. Der Unterschied liegt lediglich darin, ob der Prozeß auf die Pulpa beschränkt ist oder bereits auf das Periodontium übergegriffen hat, das dann entweder akut abszedierend eingeschmolzen wird oder als Abwehrzone einen chronischen Herd, das Granulom bildet, was im Röntgenbild durch umschriebenen Abbau des Knochens nachweisbar ist.

Eine periapikale Affektion wird nicht spontan heilen können, weil ihr infektiöses Zentrum im Wurzelkanal liegt, der, allseitig von harter Zahnsubstanz umgeben, meistens nur durch das Foramen apicale mit dem umliegenden Gewebe in Verbindung ist.

Die Therapie wird deshalb im Wurzelkanal einzusetzen haben und darauf gerichtet sein, nicht nur im Wurzelkanal und seinen Verzweigungen, sondern auch in dem Dentin sterile Verhältnisse zu schaffen, da vom infizierten Wurzelkanal aus ebenso Mikroorganismen in die Dentinkanälchen eindringen können, wie bei der Caries.

Um dieses Ziel zu erreichen, wurden verschiedene Wege eingeschlagen. Zahlreiche Methoden basieren auf dem Prinzip der Desinfektion durch Einlagen mit starken Antisepticis wie Asphalin, Chlorphenol, Trikresol-Formalin usw. Dann wurde die oligodynamische Wirkung des Silbers bei der Silberreduktion nach *Howe* zur Desinfektion herangezogen. Bekannt ist ebenfalls die Gangränbehandlung nach *Heinemann* sowie die Anwendung der Walkhoffpaste, um nur die Hauptmethoden zu nennen. Doch stellen sich allen diesen

Methoden die Schwierigkeiten der vollkommenen mechanischen Aufschließung und Reinigung der Wurzelkanäle und der Unerreichbarkeit des Foramen apicale und des Wurzeldentins entgegen. Dann verliert ein solches, in den Kanal eingelegtes Medikament dadurch viel von seiner Diffusionswirkung, daß es mit den organischen Stoffen meistens unerwünschte Reaktionen eingeht und zu langsam diffundiert.

Um diesen Schwierigkeiten zu begegnen, verwandte man schon früh den elektrischen Strom, um die Medikamente dorthin zu bringen, wo sie ihre Wirkung entfalten sollen, um die eingedrungenen Mikroorganismen unschädlich zu machen. Diese Elektrosterilisationsverfahren bestehen in der Elektrolyse und in der Jontophorese. Eine weitere elektrische Methode ist die Diathermie, welche aber von den beiden anderen insofern verschieden ist, als bei ihr die Wärmewirkung im Vordergrund steht.

Die Elektrolyse, das ältere der beiden Verfahren, beruht auf der Zersetzung einer Lösung an den Elektroden im fließenden Strom. Als Lösung wird hauptsächlich Kochsalz verwendet, das in Chlor und Natrium gespalten wird. Während letzteres eine verseifende und reinigende Wirkung auf die zerfallenen organischen Reste ausübt, wirkt das Chlor antiseptisch. Die positive Elektrode ist dabei die aktive im Wurzelkanal des Zahnes, die passive negative wird als Plattenelektrode am Handgelenk angebracht. Aber diese Methode der Elektrosterilisation hat denselben Nachteil wie die früheren Methoden; es muß das Foramen apicale erreicht werden, um eine vollkommene Sterilisation zu erreichen, da die Wirkung nur gerade auf die allernächste Nähe der Elektrode beschränkt ist.

Die zweite Methode, die Jontophorese, hat gegenüber allen anderen den großen Vorteil, daß unzugängliche Kanalanteile der Sterilisation zugänglich gemacht werden können und gegenüber der Elektrolyse, daß die Wirkung nicht an den Ort der Elektrode gebunden ist und das Medikament als solches unverändert zur Wirkung kommt.

Bezüglich der Sterilisation der Kanäle und des Dentins haben am hiesigen Institut bereits *Girard*, *Richter* und *Friedberg* Untersuchungen gemacht. *Girard* gebrauchte dazu das Asphalin und konnte in manchen Fällen damit vollständige Sterilität des Dentins erreichen. *Richter* gebrauchte zu seinen Versuchen wiederum Asphalin, dann Rivanol (2‰), Jod und Jodoformpaste nach *Walkhoff*. Es gelang ihm nur in einem bestimmten Prozentsatz der von ihm behandelten Fälle eine vollständige Sterilität nachzuweisen. *Friedberg* untersuchte das Dentin und Material aus der Alveole nach Behandlung mit der Silberreduktionsmethode nach *Howe* und nach Diathermie. Während er bei der *Howe*schen Methode das Dentin in 12 von 15 Fällen steril fand, war das Alveolenmaterial nur in 5 von 15 Fällen steril. Bei der Diathermie zeigte das Dentin in 4 von 10 Fällen Wachstum auf Nährböden, und 50% des Alveolenmaterials waren unsteril.

Meine Untersuchungen lehnen sich an die Arbeiten von *Friedberg* an und erstrecken sich auf die bakteriologische Untersuchung von Dentin und Periodontium von mit der Jontophorese behandelten gangränösen Zähnen.

II. Die Jontophorese

A. Allgemeines

Durch den elektrischen Strom kann man die verschiedensten chemischen Körper im Organismus zur Resorption bringen. Man nennt diesen Vorgang allgemein Elektrophorese. Handelt es sich dabei um dissoziierte Ionen, so spricht man von Jontophorese. Fließt ein gleichgerichteter Strom durch eine dissoziierte Lösung, einen Elektrolyten, so sind es die Ionen, die die elektrische Ladung transportieren. Dabei wandern die negativ geladenen Anionen — es kommen praktisch vor allem die Halogene in Frage — zur positiven Anode und die positiv geladenen Kationen — Alkalien und Alkalimetalle — zur negativen Kathode.

In der Praxis kommen nur wenige Medikamente in Betracht, so vor allem das Jod-Jodkali, wie es *Bernard* angibt, der es in hochdissoziierter Lösung verwendet. Jodsalze haben schon an und für sich ohne Verwendung des elektrischen Stromes ein leichtes Diffusionsvermögen, und bei Verwendung des elektrischen Stromes wird das Eindringen wesentlich gefördert. *Scholtz* nimmt an, daß die günstige Wirkung der Jod-Jontophorese nicht nur mit der Einwanderung der Jodionen in die Gewebsschichten zusammenhänge, sondern daß der elektrische Strom eine aktivierende Wirkung auf das eingeführte Jod entfalte. Jedenfalls müssen sich aus eingewanderten Jodionen teilweise aktive Jodatome bilden, die wieder Eiweißverbindungen eingehen. *Stcherbak* konnte eine schnell vorübergehende Blaureaktion feststellen bei Injektionen von Stärkelösungen und nachfolgender Jod-Jontophorese, wenn das Gewebe sofort nach der Behandlung entfernt wurde. Ich habe an keinem der Fälle eine Blaufärbung von Stärke nachweisen können, da die früheste Entfernung einer Wurzelspitze erst einige Stunden nach der Wurzelfüllung erfolgte und das Jod sehr schnell resorbiert wird.

Neben der reinen Jodwirkung, die in einer Hyperämie und Resorptionsförderung besteht, besonders auf chronisch granulierende Gewebe, haben wir sicher eine reine Stromwirkung, wie sie sich bei elektrischer Durchströmung von lebendem Gewebe an der Kathode in verstärkter Kapillardurchblutung und Leukozytenemigration auswirkt.

Als Therapie wird die Jod-Jontophorese in der Chirurgie mit Erfolg bei der Aktinomykosebehandlung angewandt, wie *Wassmund* angibt. Doch wirkt sie sich auf großen Flächen sehr langsam aus, während die Strombahnen auf beschränktem Raume wie in den Wurzelkanälen konzentriert werden und eine raschere und intensivere Wirkung entfalten können. Im Zahn geht der Ionenstrom den Wurzelkanälen und den apikalen Verzweigungen entlang.

Die Geschwindigkeit der Ionenwanderung ist abhängig von der Stromstärke, d. h. dem Spannungsgefälle und dieses wiederum von der Beschaffenheit der Kanäle in bezug auf Länge, Weite und elektrische Durchlässigkeit. *Kellner* faßte die verschiedenen Öffnungen der Kanalverzweigungen im Periodontalraum als Punkte gleichen Potentiales auf und suchte dies an

einem Modellversuch zu beweisen. Diese Verhältnisse finden wir sicher bei Zähnen, bei denen das Foramen nicht breit eröffnet wurde, sondern wo, wie *Bernard* vorschreibt, nur drei Viertel des Kanales eröffnet wurden. Wird aber das Foramen apicale breit eröffnet, so wird der Strom den Weg des geringsten Widerstandes durch das offene Foramen nehmen, und auf die viel engeren Nebenkanäle wird infolge ihres großen Widerstandes die Wirkung etwas geringer sein. *Stein* schlägt vor, das Foramen apicale mit einem nichtleitenden Elfenbeinstift zu verschließen und so die Desinfektion der Nebenkanäle sicherer und rascher zu gestalten, als dies bei offenem Foramen möglich ist. Doch glaube ich, daß die gebräuchlichen Stromintensitäten auch bei offenem Foramen genügen, die Nebenkanäle zu erfassen. Dabei bietet, besonders bei größeren Granulationsherden, ein offenes Foramen die größere Möglichkeit, den periapikalen Herd mit Jodionen zu durchdringen, als dies möglich wäre bei Verschluß des Kanales. In den Fällen 19, 23, 24 und 26 meiner Untersuchungen waren bei total offenem Foramen sowohl Dentin wie Granulationen steril.

Kellner gibt den Spannungsabfall, der auf den Zahn entfällt, mit 12 bis 40% der Spannung an, der übrige Teil wird vor allem von der Haut und zu kleinerem Teil vom Körperinnern aufgebraucht. Die Spannung beträgt für gewöhnlich 15 bis 45 Volt bei einer maximalen am Patienten verwendbaren Stromstärke von 5 Milliamp. Ich habe in 30% der Sitzungen die maximale Stromstärke von 5 Milliamp. erreichen können und bin überzeugt, daß noch höhere Werte erreicht werden können, aber die Milliampèremeter unserer Apparate zeigten ein Maximum von 5 Milliamp. Nimmt man nach *Kellner* als Norm, daß auf ein Gebiet von zirka 3 mm mechanisch undurchgängiger Kanalanteile etwa 20% von 20 Volt = 4 Volt entfallen, so ergibt das ein Spannungsgefälle von zirka 10 Volt pro 1 cm, und bei den gebräuchlichen Medikamenten eine Wanderungsgeschwindigkeit von zirka 3 mm pro Minute. Selbst fünfmal schlechtere Werte ermöglichen bei einer Behandlungsdauer von 25 Minuten eine Durchdringung eines Gebietes von 15 mm.

B. Technik und Apparatur

Bernard empfiehlt für die Jontophorese eine reine Ionenlösung von Jod in Jodkali von möglichst hohem Dissoziationsgrad. Die Lösung ist auf dem Markte als „Itrois" in Ampullen erhältlich. Sie soll mit anderen Chemikalien nicht in Kontakt gebracht werden, um medikamentöse Reizungen und Umsetzungen zu vermeiden. Die Ionenkonzentration einer Lösung hat keinen Einfluß auf die Wanderungsgeschwindigkeit; eine höhere Ionenkonzentration bietet lediglich den Vorteil einer wesentlich längeren Applikationsdauer mit ein und derselben Einlage, indem diese Lösung eine viel größere Reserve an Ionen enthält.

Der zu behandelnde Zahn wird lege artis eröffnet und die Pulpakammer ausgeräumt. Die Kanäle werden soweit gereinigt und mechanisch erweitert, als sie zugänglich sind. Das Foramen apicale soll nicht erreicht werden. *Bernard* erweitert gerade Kanäle bis zirka drei Viertel ihrer Länge.

Im Gegensatz zu anderen Methoden darf die aktive Elektrode am Zahn nicht in den Kanal eingeführt werden, um jede Elektrolyse im Bereich des Kanales zu vermeiden und dadurch die Wirksamkeit der Jodionen herabzusetzen und die periapikalen Gewebe zu schädigen. Die Elektrode darf nur in oberflächlichen Kontakt mit der Ionenlösung gebracht werden; eine lose Berührung genügt (Abb. 1, 2 und 3).

Der Kanal wird mit einem Wattebausch, der mit der Ionenlösung durchtränkt ist, bis unten ausgefüllt, und über diesen wird ein weiterer Wattebausch gepreßt, der die Pulpakammer ausfüllt. Die überschüssige Flüssigkeit muß gut entfernt werden und die Umgebung getrocknet, um jegliche Ableitung des Stromes zu vermeiden. Dies bedingt eine vollkommene Isolierung des Zahnes und bietet vielleicht die größten Schwierigkeiten dieser Methode. Daß bei der Anwendung von konstantem Strom Kofferdam anzulegen ist,

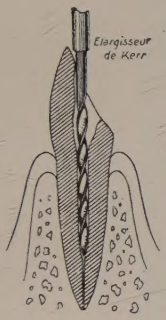

Abb. 1.

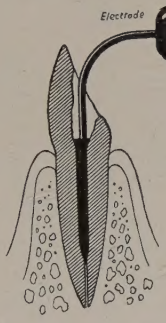

Abb. 2.

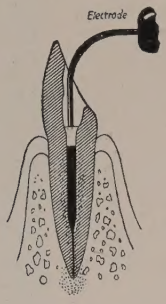

Abb. 3.

ist selbstverständlich. Ist der Stumpf sehr niedrig, daß die bei Stromdurchgang an der Berührungsfläche der Kathode sich bildenden Blasen und die aufschäumende Flüssigkeit über den Zahnrand auf die Klammer gelangen, dann ist es angezeigt, die Klammer mit Lack zu überziehen oder mit Klebwachs zu bedecken. Bei tief zerstörten Zähnen muß die Zahnkontur wieder hergestellt werden, um ein Anbringen des Kofferdams zu ermöglichen. Dies geschieht am besten durch Kupferringe, die über den Stumpf geschoben und aufzementiert werden. Zwischen Zahn und Ring wird Klebwachs eingefüllt und der Ring am besten mit Lack überzogen. Metallfüllungen und Kronen sollen womöglich entfernt werden. Falls aus irgendwelchen Gründen Kronen nicht entfernt werden können, muß die Trepanationslücke sehr weit gehalten werden und bei der Isolation mit Wachs, Zement oder Guttapercha jede Möglichkeit von Spaltbildung vermieden werden, um die Gefahr von Kriechströmen auf nassen Oberflächen auszuschalten.

Die aktive Elektrode, die Kathode, wird in oberflächlichen Kontakt mit dem Wattebausch in der Pulpakammer gebracht. Die Elektrode kann vom Arzt festgehalten werden, wobei er die Möglichkeit hat, den gesamten Vorgang zu überwachen. Doch empfiehlt es sich, besonders bei längeren

Sitzungen, Vorrichtungen zu verwenden, um die Elektrode an der Stelle der Applikation zu fixieren. *Bernard* befestigt seine Spezialelektrode mit Klebwachs oder Stents. *Stein* gibt eine Spezialvorrichtung an, um leichte Elektroden mit auswechselbaren Ansätzen an der Kofferdamklammer federnd zu befestigen.

Die passive Elektrode, die Anode, wird am besten am Unterarm des Patienten befestigt, und zwar mittels eines in Kochsalzlösung getränkten Tuches.

Die Dauer der Behandlung ist indirekt proportional der Toleranz; die eine ist von der anderen abhängig, da die Qantität in Milliamp.-Minuten

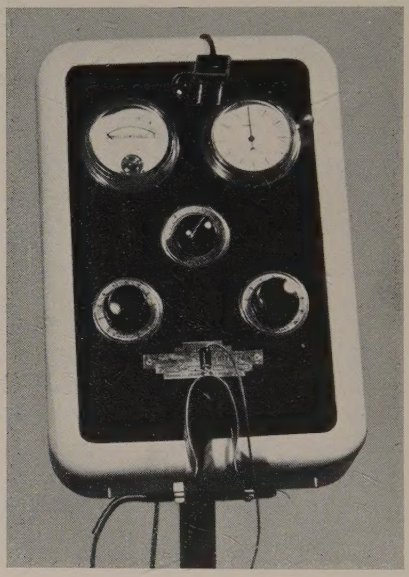

Abb. 4. Apparat von *S. S. White.*

berechnet wird. Und zwar wird eine Applikation so lange dauern, bis der Wattebausch entfärbt ist. Diese Größe hängt natürlich ab von der Menge der Ionen, von ihrer Konzentration und von der Größe des Wattebausches. So entfärbt sich ein Wattebausch nach und nach von der Elektrode zentrifugal. *Bernard* gibt an, daß mit der Jodlösung bis zu 36 Milliamp.-Min. ohne Wechsel der Einlage erreicht werden können. Doch ist diese Größe von den obigen Daten abhängig und muß durch Erfahrung und Praxis bestimmt werden. Bei einwurzeligen Zähnen genügen 12 bis 15, bei zweiwurzeligen 15 bis 25 und bei Molaren bis 30 Milliamp.-Min. (Abb. 4).

In derselben Sitzung können zwei bis drei Applikationen ausgeführt werden, wobei der entfärbte Wattebausch jeweils ausgewechselt werden muß wegen seines Gehaltes an OH-Ionen. In bezug auf die Anzahl der Milliamp.-Min. pro Sitzung stellte *Bernard* ein Schema auf, in dem er die Größe des

periapikalen Herdes und die Erreichbarkeit der Kanäle berücksichtigte. Man kann sich in großen Zügen an dieses Schema halten, doch soll man eher überdosieren, da dies niemals schaden kann.

Schema bei mittlerer Größe des Herdes:

Kanal durchgängig	Kanal undurchgängig	2 Wurzeln	3 Wurzeln
25 M.A.-Min.	$+ 5 = 30$	$25 + (2 \times 5) = 35$	$25 + (3 \times 5) = 40$

Die Ablesung der aufgewendeten Coulomb in Milliamp.-Min. erfolgt bei unseren Apparaten durch getrennte Ablesung von Stromstärke in Milliamp.

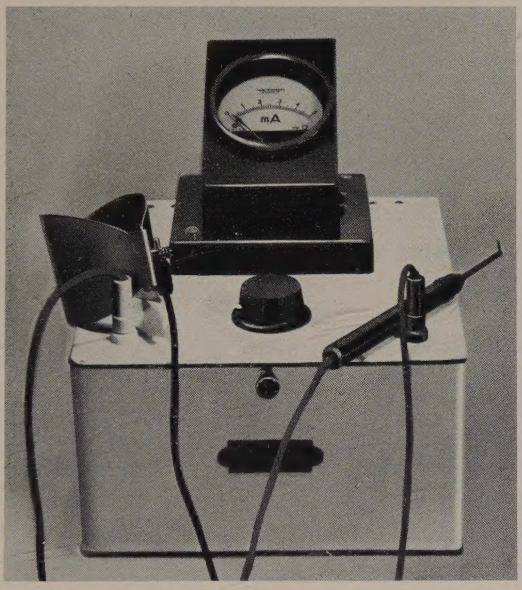

Abb. 5. Apparat nach Prof. *Müller*.

und Zeit in Minuten. Sinkt nun die Stromstärke während der Behandlung ab, sei es durch Sperrschichtbildung durch Überzug der Elektrode oder durch Polarisation, so zwingt die fortwährende Regulierung den Arzt, von der Berechnung zur Abschätzung überzugehen. Vereinfacht wird die Berechnung sicher durch Verwendung eines Voltameters, das automatisch Stromstärke und Zeit in Milliamp.-Min. angibt neben einem Milliampèremeter zur Kontrolle. *Wolf* konstruierte ein solches Voltameter, das unter dem Namen Sternax in Wien hergestellt wird.

Bernard benützt als Stromquelle einen Apparat, der nicht reinen galvanischen Strom, sondern galvanisch-sinusoidalen Strom erzeugt, einen sogenannten pulsierenden Gleichstrom. Die Schwingungen sind von tetanusähnlicher Frequenz und sollen die Toleranz des Pat. erhöhen. Wir verwenden

auch den Apparat von *S. S.White* mit undulierenden Stromstößen, was aber keinen nennenswerten Vorzug besitzt gegenüber solchen mit konstantem Strom. Daneben verwenden wir den Apparat nach Prof. *Müller* mit einer Trockenbatterie und deshalb streng gleichgerichteten Strom. Der Apparat zeigt einen gleichmäßigeren Strom, hat aber einen kleinen Intensitätsbereich (Abb. 5).

III. Eigene Untersuchungen

Sämtliche 54 Fälle, die ich behandelt habe, wurden mir von der Klinik und von der Poliklinik des zahnärztlichen Institutes zur Verfügung gestellt.

Einteilung der untersuchten Fälle:

Incisivi	19
Canini	6
Prämolaren	17
Molaren	12
Total	54

A. Klinischer Teil

Der klinische Behandlungsgang gestaltete sich folgendermaßen:

In der vorbereitenden Sitzung wurde sämtliches kariöses Dentin weggenommen, eventuell vorhandene Füllungen wurden entfernt, so wenn möglich auch Kronen, und die Kavität erweitert und gesäubert zur bequemen Eröffnung der Pulpakammer. Daraufhin wurde die Pulpakammer eröffnet, ausgeräumt und die Eingänge der Kanäle trichterförmig erweitert. Sind die Zähne sehr tief zerstört, muß die Zahnkontur wieder hergestellt werden. Meist wird nun in die Pulpakammer ein kleiner Wattebausch mit Asphalin weich eingelegt, um damit eine Sterilisation des Inhaltes der Wurzelkanäle zu bezwecken und zu vermeiden, daß beim Ausräumen des gangränösen Materiales etwas über den Apex hinausgeschoben wird und zu Komplikationen Anlaß gibt. Diese Einlage wird mit Zinkoxyd-Zinksulfatzement verschlossen und einige Tage belassen. In einigen anderen Fällen bewirkten wir die Sterilisation des Kanalinhaltes mit einer einmaligen Applikation mit Jontophorese, wobei ein mit der Jodlösung getränkter Wattebausch in die Pulpakammer eingelegt und auf die Kanaleingänge gedrückt wurde und zirka 12 Milliamp.-Min. hindurchgeschickt wurden. Daraufhin konnte der Kanalinhalt ohne weiteres exstirpiert werden.

In der ersten Jontophoresesitzung wurde die Einlage nach Anlegen des Kofferdams entfernt und die gangränösen Massen mit Nervextraktor und Kanalraspeln entfernt. Die Reste der zerfallenen Pulpa wurden mit Pulpolyt, das in die Kanäle hochgepumpt wurde, zur Auflösung gebracht und durch nachfolgende Neutralisation mit Wasserstoffsuperoxyd entfernt. Mit Papierspitzen und Wattenadeln wird der Kanal gut ausgewischt und trocken gelegt. Mit Kerr-Broaches werden die Kanäle genügend erweitert zur Aufnahme der Jodlösung. Es werden nun die Kanäle mit jodhaltigen Wattebäuschchen ausgestopft, die wir mittels Donaldsonnadeln möglichst hoch bringen.

Darüber wird die halbe Pulpakammer mit einem größeren Wattebausch ausgefüllt, und dieser wird fest auf die Kanäle gepreßt. Der Überschuß der Flüssigkeit muß gut entfernt und die Umgebung getrocknet werden, um jegliche Ableitung des Stromes unmöglich zu machen. Dem Patienten wurde nun die passive Elektrode mit einem in Kochsalzlösung getränkten Tuch am Handgelenk befestigt und die aktive Elektrode in oberflächlichen Kontakt mit dem Wattebausch in der Pulpakammer gebracht. Wir hielten die Elektrode selbst; es gestattete uns das eine bessere Überwachung des gesamten Vorganges. Der Strom wurde nun beim Apparat von *S. S. White* durch Drehung des linken Knopfes (réglage d'adaptation) eingeschaltet und dieser solange nach rechts gedreht, bis der Patient durch leichte Abwehrbewegung ein Schmerzgefühl kundgab. Dies geschah bei zirka 1·5 bis 2 Milliamp. Der Strom wurde nun langsam erhöht am Knopf rechts (réglage progressif) bis die Toleranzgrenze erreicht war, die meist zwischen 2·5 und 5 Milliamp. lag. Beim Apparat nach Prof. *Müller* ging der ganze Vorgang analog vor sich, an einem Regulationsknopf. Die Zeit bis zur Erreichung der Toleranzgrenze lag etwa zwischen 30 und 50 Sekunden (s. Tabelle I).

Die Applikationsdauer betrug im Mittel zirka 15 bis 20 Milliamp.-Min., und zwar richtet sich diese Größe nach der Qantität des eingelegten Jods, der Anzahl, Länge und Weite der Kanäle. Doch reichte diese Elektrizitätsmenge nicht immer dazu aus, um alle Jodionen aus dem Wattebausch entschwinden zu lassen. In derselben Sitzung führten wir zwei bis drei Applikationen aus, wobei jeweils der entfärbte Wattebausch ausgewechselt werden muß. Während der folgenden Applikationen wird meist die Toleranz des Patienten dank der analgetischen Wirkung der ersten Applikation gesteigert.

Als Zwischeneinlage bis zur nächsten Sitzung legten wir einen losen Wattebausch in den Kanal, den wir mit Alkohol befeuchtet und in Vioform getaucht haben. Durch die gelinde desinfizierende Wirkung des Vioforms erhielten wir keine Trübung des Untersuchungsergebnisses. Diese Einlage wurde wiederum mit Zinkoxyd-Zinksulfatzement verschlossen.

In der zweiten oder dritten Sitzung wiederholte sich jeweils derselbe Vorgang, wie in der ersten Sitzung. Als Abschluß der Behandlung legten wir die Wurzelfüllung mit Elfenbeinzement nach Prof. *Müller*.

Die Anzahl der Sitzungen hängt ab von der klinischen Heilung. Meist genügen zwei Sitzungen mit einer Unterbrechung von 2 bis 6 Tagen. Gehen die klinischen Beschwerden nicht genügend rasch zurück, kann eine dritte Sitzung eingeschaltet werden.

In zirka 80% der Fälle verspürten die Patienten nach der ersten Sitzung ein Druckgefühl in der Gegend des Apex, das einige Stunden anhielt. Es ist dies auf eine hyperämisierende Wirkung des Jods und eine Leukozytenemigration zurückzuführen. In zwei von mir behandelten Fällen steigerte sich diese Wirkung bis zur eitrigen Einschmelzung und starker Stauung oder Parulis (Fall 14 und 32 [Abb. 6 und 7]).

Waren klinische Symptome vorhanden, wie Schmerzen oder Schwellung, so gingen diese in kürzester Zeit zurück. Auch konnten wir feststellen, daß

Tabelle I.

Nr.	Name	Alter	Zahn	I. Sitzung Datum	I. Sitzung Max. Tol. Milliamp.	I. Sitzung Milliamp.-Minuten	II. Sitzung Datum	II. Sitzung Max. Tol. Milliamp.	II. Sitzung Milliamp.-Minuten	III. Sitzung Datum	III. Sitzung Max. Tol. Milliamp.	III. Sitzung Milliamp.-Minuten	Milliamp.-Min. Total	Wurzelfüllung	Extraktion	Bemerkungen
1	*H. W.*	24	$\frac{3}{}$ |		A.			A.		25. 6. 36	2	16	16	26. 6. 36		(A. = Asphalin)
2	*W. B.*	31	$\frac{5}{}$ |	25. 9. 36	2	24	5. 10. 36	2·2	26	9. 11. 36	2·5	24	74	9. 11. 36		Leichte Schmerz. nach d. Wurzelfüllung (Sollux)
3	*M. K.*	36	$\frac{7}{}$ |	13. 11. 36	3	24	24. 11. 36	3	24	3. 12. 36	3·5	12	60	3. 12. 36		Kiefersperre: 3. 12. 36
4	*M. K.*	36	$\frac{8}{}$ |	18. 1. 37	2	24	8. 2. 37	3	24				48	8. 2. 37		Sperre behoben
5	*K. H.*	34	$\frac{3}{}$ |	30. 10. 36	2	24	12. 2. 37	3	24	19. 2. 37	2·5	12	60	26. 2. 37		
6	*K. H.*	34	$\frac{4}{}$ |	13. 11. 36	3	24	23. 11. 36	3	24	26. 2. 37 5. 3. 37	3 3	24 36	108	5. 3. 37		Wucher. v. Granulationsgewebe in den weiten Wurzelkanal. Anfangs starke Sekretion
7	*K. H.*	34	$\frac{5}{}$ |	13. 11. 36	3	24	23. 11. 36	3	24				48		6. 2. 37	Extraktion, da Herd zu groß. Mehrfach abgekapseltes Granulom
8	*E. W.*	26	$\frac{5}{}$ |	10. 11. 36	2·5	24	24. 11. 36	2·5	24	1. 12. 36	2	12	60	22. 12. 36		Ständig leichte Kopfschmerzen, die nach einiger Zeit nachließen
9	*M. W.*	32	$\frac{7}{}$ |	17. 11. 36	5	30	26. 11. 36	5	30	3. 12. 36	5	15	75	3. 12. 36		Fistel nach der ersten Sitzung verschwunden
10	*M. W.*	32	$\frac{8}{}$ |	11. 12. 36	5	30	18. 12. 36	5	40				70	18. 12. 36	17. 3. 37	Abb. 26, 27
11	*M. Sch.*	22	$\frac{1}{}$ |	10. 11. 36	3·5	24	17. 11. 36	3·5	24	26. 11. 36	3	12	60	26. 11. 36		

12	*M.Sch.*	22	$\frac{2}{\|}$	10. 11. 36	2·5	24	17. 11. 36	3·5	24	26. 11. 36	3	12	60	26. 11. 36			
13	*H. Sp.*	23	$\frac{5}{\|}$	19. 11. 36	2·5	24	26. 11. 36	3	24	8. 12. 36	3	12	60	8. 12. 36	27. 1. 37		
14	*J. H.*	27	$\frac{1}{\|}$	7. 12. 36	3	24	14. 12. 36	3·5	24				48				Nach 2. Sitzung Parulis
15	*H. Pf.*	32	$\frac{1}{\|}$	1. 12. 36	5	40	7. 12. 36	5	30	15. 12. 36	4	12	82	15. 12. 36			Abb. 13, 14, 15 Nach Asphalin Parulis Schnelle Abheilung
16	*E. W.*	35	$\frac{2}{\|}$	1. 12. 36	2·5	24	8. 12. 36	2·5	24	15. 12. 36	2·5	12	60	15. 12. 36			
17	*G. H.*	26	$\frac{\|}{2}$	8. 12. 36	3·5	24	9. 2. 37	3·5	36	18. 2. 37	4	24	84	18. 2. 37			
18	*C. B.*	31	$\frac{4}{\|}$	17. 12. 36	2	24	15. 1. 37	2·5	24	4. 3. 37	3	24	72	4. 3. 37			Abb. 18, 19, 20
19	*A. H.*	52	$\frac{5}{\|}$	11. 1. 37	3	24	18. 1. 37	3·5	24				48	18. 1. 37			Abb. 21, 22, 23
20	*F. M.*	20	$\frac{2}{\|}$	19. 1. 37	3	24	26. 1. 37	2·5	24				48	26. 1. 37			
21	*E. R.*	30	$\frac{1}{\|}$	22. 1. 37	5	30	28. 1. 37	5	45	5. 2. 37	5	15	90	18. 5. 37			Schmerz. nachgel., ständige Sekret. Nach Asphalineinlage Wurzelfüllung
22	*K. O.*	32	$\frac{5}{\|}$	29. 1. 37	5	24	9. 2. 37	5	30				54	9. 2. 37			
23	*K. O.*	32	$\frac{4}{\|}$	23. 2. 37	5	15	5. 3. 37	5	36				51	5. 3. 37			
24	*K. B.*	52	$\frac{2}{\|}$	8. 2. 37	5	30	22. 2. 37	4·5	27	3. 3. 37	5	30	87	3. 3. 37			Zyste. Verkleiner. nach dem 1. Monat
25	*P. W.*	28	$\frac{7}{\|}$	25. 2. 37	4	36	5. 3. 37	3·5	24				60		19. 3. 37		
26	*O. O.*	21	$\frac{6}{\|}$	2. 3. 37	3·5	24	10. 3. 37	5	31				55		18. 3. 37		Fistel nach der ersten Sitzung verschwunden
27	*J. F.*	30	$\frac{6}{\|}$	10. 3. 37	3·5	26	16. 3. 37	3·5	28				54	16. 3. 37			
28	*F. K.*	25	$\frac{6}{\|}$	13. 3. 37	5	40	18. 3. 37	5	45				85		19. 3. 27		Fistel nach der ersten Sitzung verschwunden
29	*E. N.*	19	$\frac{2}{\|}$	3. 5. 37	2	24	10. 5. 37	3	36				60	10. 5. 37			Abb. 16, 17
30	*E. G.*	22	$\frac{2}{\|}$	7. 5. 37	3	36	12. 5. 37	3	36				72	12. 5. 37	2. 6. 37		Resekt. d. Wurzelspitze
31	*K. B.*	48	$\frac{6}{\|}$	7. 5. 37	4	40	11. 5. 37	4	40	14. 5. 37	5	25	105		19. 5. 37		
32	*B. W.*	34	$\frac{2}{\|}$	4. 5. 37	2	24	8. 5. 37	2	24	10. 5. 37	2	24	72		19. 5. 37		Starke Sekret. u. Stauung nach der 1. Sitzung
33	*J. B.*	35	$\frac{6}{\|}$	20. 5. 37	4	48	24. 5. 37	5	50				98		27. 5. 37		
34	*F. M.*	34	$\frac{7}{\|}$	21. 5. 37	3	36	26. 5. 37	5	40				76		1. 6. 37		
35	*B. Th.*	24	$\frac{5}{\|}$	14. 5. 37	2	24	20. 5. 37	2	24				48		27. 5. 37		
36	*B.Th.*	24	$\frac{6}{\|}$	13. 5. 37	3·5	35	27. 5. 37	5	60				95		1. 6. 37		
37	*H. G.*	23	$\frac{\|}{4}$	20. 5. 37	3	36	25. 5. 37	3·6	36				72				

Tabelle I.

Nr.	Name	Alter	Zahn	I. Sitzung Datum	I. Sitzung Max. Tol. Milliamp.	I. Sitzung Milliamp.-Minuten	II. Sitzung Datum	II. Sitzung Max. Tol. Milliamp.	II. Sitzung Milliamp.-Minuten	III. Sitzung Datum	III. Sitzung Max. Tol. Milliamp.	III. Sitzung Milliamp.-Minuten	Milliamp.-Min. Total	Wurzelfüllung	Extraktion	Bemerkungen
38	*L. K.*	44	$\frac{3}{}$	21. 5. 37	2·5	24	25. 5. 37	3	24				48	25. 5. 37	1. 6. 37	
39	*L. K.*	44	$\frac{5}{}$	21. 5. 37	5	30	25. 5. 37	5	30				60	25. 5. 37	1. 6. 37	Erträgt keine Asphalineinlagen. Besserg. durch Jontophoresebehandlung
40	*E. F.*	21	$\frac{2}{}$	11. 5. 37 plus Silberreduktion	3	24							24	11. 5. 37		Schmerzen nach Wurzelfüllung. (Sollux.) Abklingen nach 2 Tagen
41	*F. B.*	38	$\frac{4}{}$	27. 5. 37	5	30	29. 5. 37	5	30				60	10. 6. 37		
42	*F. B.*	38	$\frac{3}{}$	27. 5. 37	5	30	29. 5. 37	5	30				60	10. 6. 37		
43	*F. B.*	38	$\frac{2}{}$	27. 5. 37	5	30	29. 5. 37	5	30				60	10. 6. 37		
44	*F. B.*	38	$\frac{1}{}$	3. 6. 37	3	30	7. 6. 37	4	24				54	9. 6. 37		
45	*F. B.*	38	$\frac{}{1}$	3. 6. 37	5	30	7. 6. 37	5	30				60	9. 6. 37		
46	*F. B.*	38	$\frac{}{4}$	3. 6. 37	4	31	9. 6. 37	4	32				63	9. 6. 37		
47	*F. B.*	38	$\frac{}{2}$	4. 6. 37	5	30	7. 6. 37	4	26				56	9. 6. 37		
48	*F. B.*	38	$\frac{}{3}$	4. 6. 37	5	30	7. 6. 37	5	30	9. 6. 37	4	16	76	9. 6. 37		Leicht. Gangränger. noch nach der 2. Sitzung
49	*C. B.*	27	$\frac{4}{}$	26. 5. 37	3	30	31. 5. 37	5	35				65	31. 5. 37		
50	*A. Ch.*	28	$\frac{}{1}$	26. 5. 37	3	30	31. 5. 37	3·5	30				60	31. 5. 37		
51	*A. Sch.*	37	$\frac{1}{}$	3. 6. 37	2·5	30	7. 6. 37	3	36				66	7. 6. 37		
52	*A. Sch.*	37	$\frac{2}{}$	3. 6. 37	2·5	30	7. 6. 37	3	36				66	7. 6. 37		Nasenfistel rechts. Nach der 1. Sitzung Eiterausfluß sistiert
53	*L. B.*	32	$\frac{4}{}$	2. 6. 37	4	28	4. 6. 37	3	30				58	9. 6. 37		
54	*O. St.*	34	$\frac{3}{}$	7. 6. 37	3·5	35	9. 6. 37	4	40				75	9. 6. 37	9. 6. 37	Resektion. Große Zyste

in keinem der Fälle Schmerzen oder irgendwelche Beschwerden von seiten der behandelten Zähne aufgetreten waren. Eine Ausnahme bildete Fall Nr. 7, wo im Röntgenbild, neben anderen Granulationsherden auf derselben Seite, der $\underline{5}|$ ein ausgedehntes, mehrfach abgekapseltes Granulom zeigte (Abb. 8). Da die Schmerzen nicht nachließen und wir den Herd als zu ausgedehnt be-

Abb. 6. Fall 14.

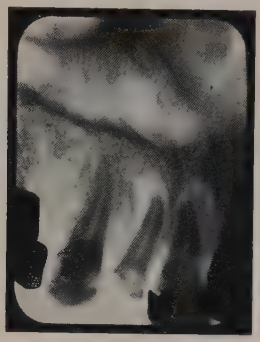

Abb. 7. Fall 32.

trachteten, um mit der Jontophorese erfaßt werden zu können, extrahierten wir den Zahn. Nach Extraktion des $\underline{6}|$ mit einer Perforation und Behandlung der $\underline{4\ 3}|$ gingen die Beschwerden nach einiger Zeit vollkommen zurück.

Im Fall 21 bestanden starke Schmerzen, ausgehend von $\underline{1}|$ mit ständiger Sekretion und Eiterausfluß aus dem Kanal. Das Röntgenbild zeigt einen

Abb. 8. Fall 7.

Abb. 9. Fall 21.

ausgedehnten Knochenabbau bis in den Nasenboden. Medikamentöse Einlagen wurden nicht vertragen, da jeweils nach Verschluß des Kanales starke Schmerzen auftraten (Abb. 9). Es gelang uns mit der Jontophoresebehandlung, die Sekretion stark einzudämmen, aber selbst nach 90 Milliamp.-Min. war diese noch nicht sistiert. Wir erachteten deshalb noch eine Asphalineinlage als angezeigt und konnten daraufhin den Kanal füllen. Der Zahn blieb vollkommen reaktionslos.

Im Fall 3 klagte der Patient über starke Behinderung der Mundöffnung. Das Röntgenbild zeigt Infiltrationsherde an $\overline{|\,7\,8}$. Mit einiger Mühe wurde zuerst der $\overline{|\,7}$ behandelt, wobei leichte Besserung eintrat und nach Behandlung des $\overline{|\,8}$ war die Sperre vollständig behoben. Die Röntgenbilder zeigen eine weitgehende Rückbildung der apicalen Herde (Abb. 10, 11, 12).

Anbei die Röntgenbilder einiger erfolgreicher klinischer Fälle (Abb. 13 bis 23).

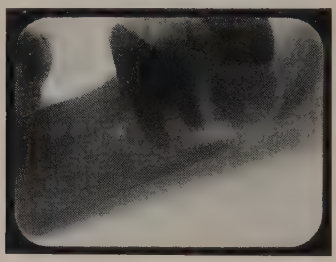

Abb. 10. 27. X. 1936.

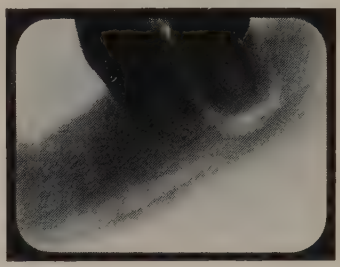

Abb. 11. 12. II. 1937.

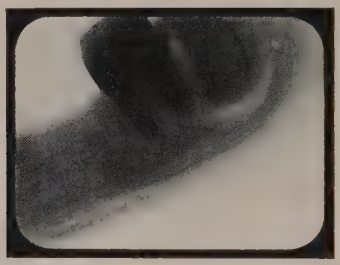

Abb. 12. 4. V. 1937.

B. Bakteriologischer Teil

Bei den Zähnen, die wir Gelegenheit hatten, bakteriologisch zu untersuchen, verzichteten wir auf eine Untersuchung des Kanales, da dieser der am leichtesten zu desinfizierende Teil ist; dagegen untersuchten wir neben dem Dentin Material aus der Alveole dieser Zähne.

Wir extrahierten diese Zähne unter Anästhesie mit 1%igem Panthesin mit steriler Zange, nachdem wir Zahn und Umgebung gründlich mit Alkohol und Jod desinfiziert hatten. Der Zahn wurde sofort in eine sterile, verschließbare Glasschale gebracht. Unmittelbar nach der Extraktion kratzten wir den Alveolengrund mit einem scharfen Löffel aus und übertrugen mit einer Öse von dem Material auf unsere Nährböden. Sobald als möglich kamen die Zähne nach der Extraktion zur Untersuchung. Mit einer sterilen Zwickzange wurde die Wurzelspitze abgezwickt und in einem Apparat fein zerstampft, der nach Angaben von Prof. *Müller* in unserer Werkstatt eigens für diesen Zweck hergestellt wurde (Abb. 24, 25). Es hat sich diese Methode bis jetzt

am besten bewährt, um das gesamte Dentin zu erfassen und um jede Infektionsmöglichkeit von außen zu vermeiden.

Wir befeuchteten jeweils zwei Ösen mit steriler, physiologischer Kochsalzlösung und übertrugen von dem Zahnmehl auf unsere Nährböden.

Als Nährböden verwendeten wir Tarozzi-Bouillon und *Schottmüller*sche Blutagarplatten. Die Tarozzi-Bouillon enthält Organstücke von Leber, Niere und Milz und eignet sich vor allem zur Züchtung von anaeroben Mikroorganismen, da diese bei der Gangrän auch von Bedeutung sind.

Von diesen Nährböden legten wir jeweils drei Kulturen an und ließen sie während dreimal 24 Stunden bei 37° C im elektrischen Brutschrank·

Tabelle 2.

Nr.	Patient	Zahn	Foramen		M.-Amp. Minuten total	Extraktion nach Tagen	Resultate	
			verschlossen	offen			Dentin	Alveole
1.	10	$\overline{\lvert 8}$ m	v		70	88	—	+
2.		d		o	70	88	—	
3.	13	$\frac{5 \rvert}{\quad}$ b	v		60	48	—	—
4.		p		o	60	48	—	
5.	25	$\overline{\lvert 7}$ m		o	60	14	+	+
6.		d		o	60	14	+	
7.	26	$\frac{\lvert 6}{\quad}$ m	v		55	8	+	—
8.		d	v		55	8	—	
9.	28	$\overline{6 \rvert}$ m	v		85	1	—	+
10.		d	v		85	1	—	
11.	31	$\frac{6 \rvert}{\quad}$ b	v		105	5	—	+
12.		p	v		105	5	—	
13.	32	$\frac{2 \rvert}{\quad}$		o	72	9	—	+
14.	33	$\frac{\lvert 6}{\quad}$ p	v		98	3	—	+
15.		bm	v		98	3	—	
16.		bd	v		98	3	—	
17.	34	$\overline{7 \rvert}$ m	v		76	5	—	+
18.		d		o	76	5	—	
19.	35	$\frac{5 \rvert}{\quad}$		o	48	7	—	—
20.	36	$\frac{6 \rvert}{\quad}$ p	v		95	4	—	+
21.		bm	v		95	4	—	
22.		bd	v		95	4	—	
23.	38	$\frac{3 \rvert}{\quad}$		o	48	6	—	—
24.	39	$\frac{5 \rvert}{\quad}$ b		o	60	6	—	—
25.		p		o	60	6	—	
26.	30	$\frac{2 \rvert}{\quad}$		o	72	21	—	—
27.	54	$\frac{3 \rvert}{\quad}$		o	75	0	—	(+)

Von den 27 Wurzeln, die wir untersuchten, fanden wir nur in den Fällen 5, 6 und 7 Wachstum, alle übrigen wiesen steriles Dentin auf.

Die mit dem Material von 14 Alveolen beimpften Nährböden zeigten nur in 6 Fällen kein Wachstum, in den anderen 8 stellten wir Wachstum fest, und zwar fanden wir bei der mikroskopischen Untersuchung der nach *Gram* gefärbten Präparate des Periodontiums Streptokokken in kurzen und

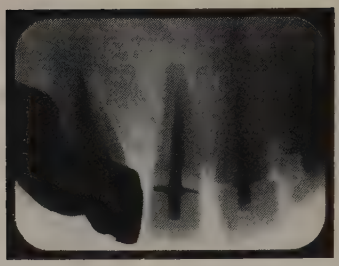

Abb. 13. 8. X. 1936.

Abb. 14. 31. III. 1937.

Abb. 15. 21. V. 1937.

Fall 15: $\frac{1}{|}$, 82 MAM in drei Sitzungen.

Abb. 16. 8. IV. 1937.

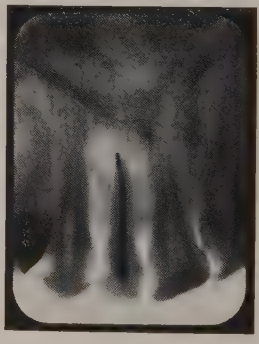

Abb. 17. 14. V. 1937.

Fall 29: $\frac{2}{|}$, 60 MAM in zwei Sitzungen.

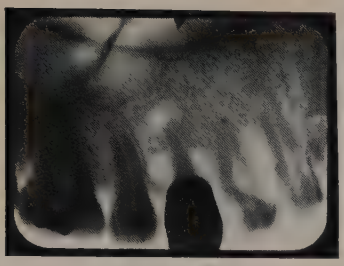

Abb. 18. 2. XII. 1936.

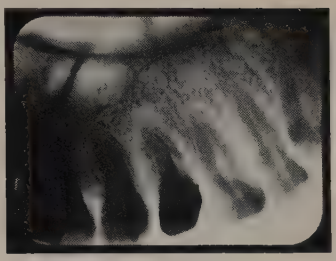

Abb. 19. 5. III. 1937.

Abb. 20. 18. V. 1937.
Fall 18: $\frac{4}{}$|, 72 MAM in drei Sitzungen, Kanäle undurchgängig.

Abb. 21. 7. XII. 1936.

Abb. 22. 8. II. 1937.

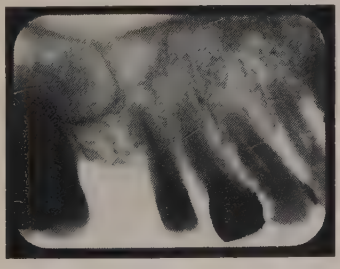

Abb. 23. 10. V. 1937.
Fall 19: $\frac{5}{}$|, 48 MAM in zwei Sitzungen, Kanäle undurchgängig.

langen Ketten, Staphylokokken, +-Stäbchen und auch öfters Enterokokken. Im Dentin konnten wir vor allem Streptokokken und Staphylokokken nachweisen, im Fall 7 eine Reinkultur von Streptococcus pyogenes longus.

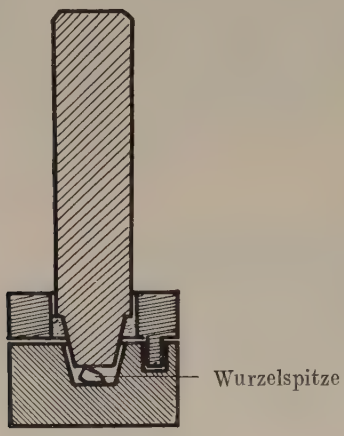

Abb. 24.

Abb. 25.

Aus dieser Zusammenstellung ist zu ersehen, daß wir eine 89%ige Sterilität des Dentins, aber nur eine 43%ige Sterilität der Alveole mit der Jontophorese erreichen konnten.

Daß trotz positiven Befundes eine weitgehende Knochenbildung möglich ist, zeigen Abb. 26, 27.

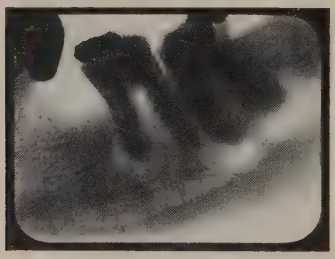

Abb. 26. 21. XII. 1936.

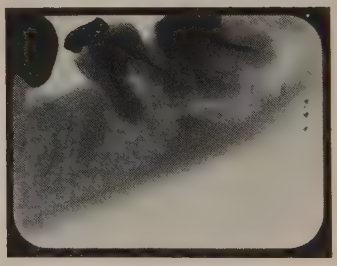

Abb. 27. 23. II. 1937.

Fall 10: $\overline{|8}$.

Zusammenfassung

a) Bei 27 Wurzeln, die mit der Jontophorese behandelt wurden, war das Dentin in 24 Fällen steril, in 3 Fällen konnten wir Wachstum auf den Nährböden feststellen.

b) Vom untersuchten Alveolenmaterial dagegen waren in 14 Fällen nur 6 steril, in 8 Fällen war keine Sterilität vorhanden.

c) Bei der mikroskopischen Untersuchung der Grampräparate konnten wir Streptokokken in kurzen und langen Ketten, Staphylokokken, Enterokokken, +-Stäbchen und teilweise auch Tetraden finden.

d) Es müssen noch ausgedehntere und erweiterte bakteriologische Untersuchungen erfolgen.

Schrifttum: Bernard: Jonophorèse. Procédé électrique d'introduction de médicaments dans les canaux dentaires pour le traitement des dents et des tissus periapicaux infectés. Etablissement S. S. White, Paris. — *Cayre*: Contribution a l'étude comparative, technique et clinique de l'Jonophorèse dentaire. Impr. Maillard, Paris 1932. — *Wassmund*: Eine neue aussichtsreiche Behandlung der Aktinomykose mit Jodiontophorese. Dtsch. Zahn-, Mund- u. Kieferheilk., H. 2, 1936. — *Scholtz*: Wesen und Technik der Jodiontophorese. Ebenda. — *Bleichsteiner*: Die verschiedenen Verfahren der Elektrosterilisation der Wurzelkanäle. Der praktische Zahnarzt, 4. Jahrg., H. 6. — *Ders.*: Zur Behandlung der Pulpitis durch Jodiontophorese. Ebenda, H. 7, 8. — *Kellner*: Ist die Jontophorese ein wirksames Verfahren? Z. Stomat. 1936, H. 14, 15. — *Wolf*: Erfahrungen über die unmittelbare Messung der Strommenge bei der Elektrosterilisation der Wurzelkanäle. Z. Stomat. 1936, H. 14, 15 .— *Ders.*: Neue Gleich- und Wechselstromapparate für Elektrosterilisation. Z. Stomat. 1934, H. 12. — *Friedberg*: Bakteriologische Untersuchungen nach Pulpagangrän. Diss. Basel 1931. — *Richter*: Über die Desinfektion des Dentins bei Pulpagangrän unter Anwendung von Asphalin, Rivanol, Jodoformpaste und Jod. Diss. Basel 1928. — *Girard*: Über die Infektion des Dentins bei Pulpagangrän und deren Behandlung mit Asphalin. Diss. Basel 1928.

Neubadstraße 121.

DRUCK R. SPIES & CO WIEN